PART8 X線とブラッグ反射

目標　X線の発生と，結晶解析の原理を学びましょう。

Chapter1　X線とブラッグ反射

X線

電子を高電圧で加速して陽極金属にぶつけると，波長の短い (10^{-10} m ～ 10^{-11} m 程度) 電磁波が発生する。これがX線である。

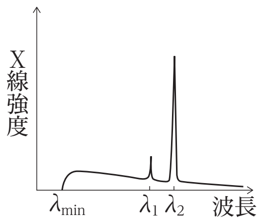
①**連続X線**：電子が陽極金属にぶつかる際，連続な波長分布をもった電磁波がでる。電子が**運動エネルギーの一部または全部**を，光子として放出する。

②**特性 (固有) X線**：ある特定の波長の電磁波が出る。加速された電子が，陽極金属の内側の軌道の電子を弾き飛ばし，その空いた軌道に，外側の軌道にいた電子が遷移する。その際，**エネルギー準位の差に相当するエネルギー**を光子として放出する。(下図)

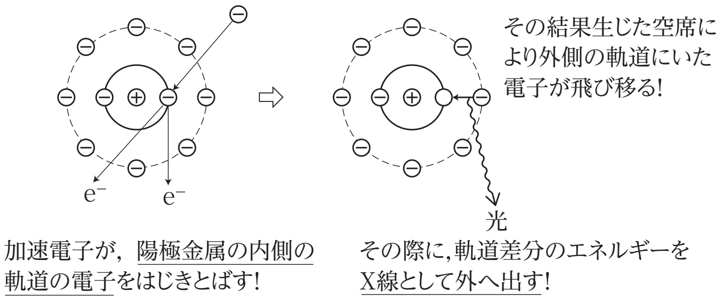
重要

X線は電磁波の一種

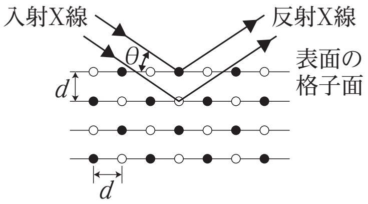
波長は 10^{-10} m ～ 10^{-11} m 程度



X線の強度分布



ブラッグ反射の条件



(d：格子面間の距離 [m]　θ：X線の入射角　n：自然数

λ：X線の波長 [m])

まとめ

X線には，

①連続X線　②特性(固有)X線

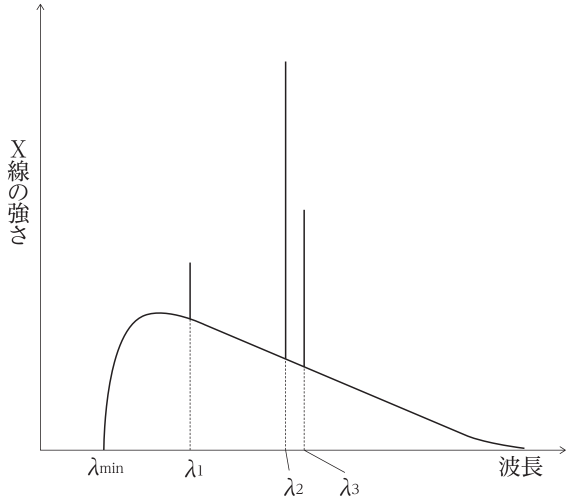
の2つがある。

ブラッグ反射の条件：$2d\sin\theta = n\lambda$

Chapter2　演習問題

以下の文章中の[　　　]に入る適切な式や語句を答えよ。

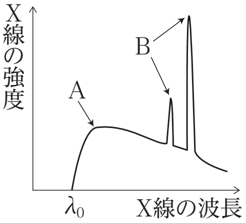
X線管は，陰極側で発生させた熱電子を陽極陰極間の電位差で加速し，陽極に衝突させてX線を発生させるものである。加速電圧 V で作られる電場によって電子が陰極から陽極に達するまでにされる仕事 eV は，陽極に達した電子の[ア]エネルギーに等しい。電子が陽極に衝突して減速する際，この[ア]エネルギーの一部または全部を光子のエネルギーとして持つX線が発生する。このとき発生するX線で，波長が連続的に分布しているX線を[イ]X線という。ある適当な加速電圧をかけたX線管から発生したX線の強さと波長の関係を次の図に示す。図の中の波長 λ_1，λ_2，λ_3 のように特定の波長に強く現れるX線を[ウ]X線という。[エ]X線の波長は陽極の物質によって決まる。



＜ Note ＞

第15講　PART8　確認問題

問１　電子を高電圧で加速させ，陽極の金属に衝突させて，発生したＸ線を観測したところ，図のようなスペクトルが得られた。



(1)　図中ＡのＸ線を何というか。最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

①　γ 線　　②　散乱Ｘ線
③　特性 (固有)Ｘ線　　④　連続Ｘ線

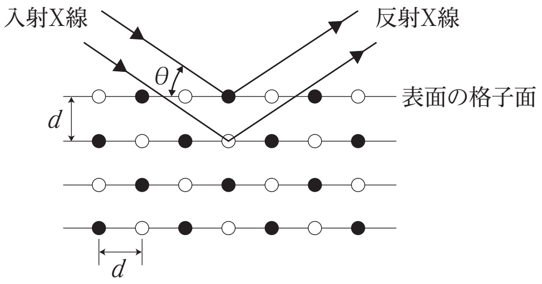
(2)　図中ＢのＸ線を何というか。最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

①　γ 線　　②　散乱Ｘ線
③　特性 (固有)Ｘ線　　④　連続Ｘ線

(3)　電荷－ e の電子を電圧 V で加速させて陽極の金属に衝突させたとき，図中の λ_0 を表す式として最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。なお，光速を c，プランク定数を h とする。

①　$\dfrac{h}{ceV}$　　②　$\dfrac{hc}{eV}$
③　$\dfrac{he}{cV}$　　④　$\dfrac{hV}{ce}$

問2　図のように，ある結晶に波長λのX線を入射させたところ，干渉が生じた。このときに成り立つ式として最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。ただし，nは整数とする。



①　$d\sin\theta = n\lambda$　　②　$d\cos\theta = n\lambda$

③　$2d\sin\theta = n\lambda$　　④　$2d\cos\theta = n\lambda$

第 15 講　原子の世界

PART1　電子の発見

ア

PART2　光子

問 1　3.3×10^{-26} J

問 2　1.1×10^{-34} kg・m/s

PART3　光電効果

問 1　飛び出さない

問 2　飛び出す　9.2×10^{-20} J

PART4　コンプトン効果

運動量保存則：$\dfrac{h}{\lambda} = -\dfrac{h}{\lambda'} + mv$

エネルギー保存則：$\dfrac{hc}{\lambda} = \dfrac{hc}{\lambda'} + \dfrac{1}{2}mv^2$

PART5　物質波

7.3×10^{-11} m

PART6　水素原子モデル1

ア：小さい

イ：正

ウ：負

エ：電子

オ：半径

カ：光

PART7　水素原子モデル2

問1　-3.40[eV]

問2　-1.51[eV]

問3　1.89 eV

PART8　Ｘ線とブラッグ反射

ア：運動

イ：連続

ウ：特性（固有）

エ：特性（固有）

第 15 講　PART8　確認問題　解答

問 1

(1)　④

解説：
発生する X 線のスペクトルは，最短波長 λ_0 から連続的に分布し，これを連続 X 線という。

(2)　③

解説：
発生する X 線には，連続 X 線のほかに，特性 (固有)X 線があり，その波長は陽極の金属の種類によって決まっている。

(3)　②

解説：
加速された熱電子のもつエネルギー eV をすべて光子が受け取ったとき，$eV=\dfrac{hc}{\lambda_0}$
これを解くと，$\lambda_0=\dfrac{hc}{eV}$

問 2　③

解説：
経路差は $2d\sin\theta$ であるから，これが波長の整数倍となればよいので，n を整数として，$2d\sin\theta=n\lambda$